



(19)

(11) Publication number:

07306998 A

Generated Document

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 06100424

(51) Intl. Cl.: G08G 1/16 B60K 41/12 G01C 21/00 G08G 1/09 G08G 1/0969

(22) Application date: 16.05.94

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 21.11.95

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: KURAGAKI SATOSHI
MINOWA TOSHIMICHI
ISHII JUNICHI

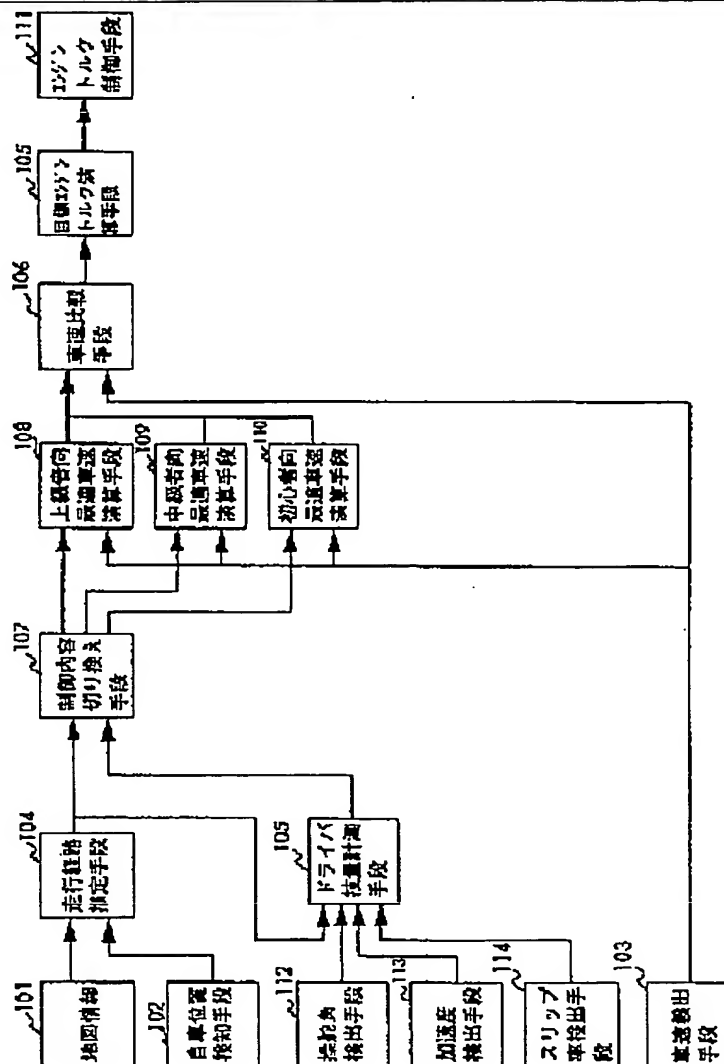
(74) Representative:

(54) METHOD AND SYSTEM FOR CONTROLLING SAFE TRAVELING OF VEHICLE

(57) Abstract:

PURPOSE: To control the safety vehicle speed according to a driver's skill before the vehicle reaches a point if it is a dangerous one in case the traveling is continued at the present speed along an estimated traveling route.

CONSTITUTION: The device is provided with a means (map information) storing the road map information, self car position detecting means 102 estimating the position of one's own vehicle on the map information, a driver's skill measurement means 115 for measuring and discriminating the driving skill of a driver, means switching the control contents switching the control contents by the skill of the driver, sensor groups being the input, means for switching the control contents based on the skill of the driver, and control means 111 which controls the engine torque. The safe traveling control according to the driving skill is performed from the engine of the vehicle is started to the step. Thus, the traveling course is estimated and if there is a dangerous point in case the traveling is continued at the present speed, it is switched to the safe speed before it reaches the point corresponding to the skill of the driver. Thus, the accident such as turning off the road at the curve and the collision with the surrounding buildings can be



prevented in advance.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(11)特許出願公開番号

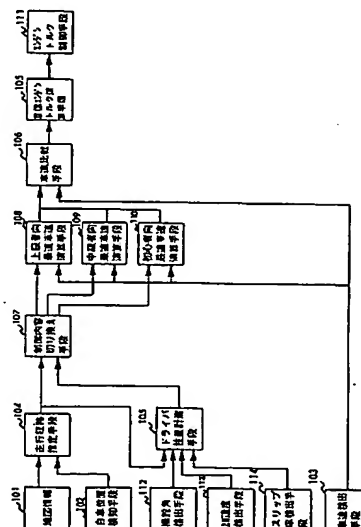
(43)公開日 平成7年(1995)11月21日

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 17 頁)

(54)【発明の名称】 車両の安全走行制御システム及び車両の安全走行制御方法

☒ 1

【効果】走行経路を推定し、現在の速度で走行を続けた場合に危険な地点がある場合に、運転者の技量に応じた方法で、その地点に到達する以前に安全な速度にすることで、カーブが曲がり切れず道路から飛び出し、周りの構造物などと衝突するといった事故を未然に防ぐことが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】道路地図情報を記憶した地図情報と、地図上における自車位置を検出する自車位置検出手段と、今後車両が走行する経路を推定する走行経路推定手段と、車両の速度を検出する車速検出手段と、運転者の技量を評価する手段と、運転者の技量に合わせて前記推定経路内での安全な車速を設定する最適車速演算手段と、設定した車速と実車両速度を比較する比較手段と、該比較結果に基づき計画車速を達成する駆動トルクを演算する手段と、その演算結果に基づき駆動トルクを制御する手段とを有することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項2】道路地図情報を記憶したデジタル地図と、地図上における自車位置を検出するナビゲーション装置と、車両の速度を検出する車輪速センサと、今後車両が走行する経路を推定する走行経路推定手段と、少なくとも操舵角センサと加速度センサの出力信号に基づき運転者の運転技量を判定する運転技量判定手段と、運転者の技量に合わせて前記推定経路内での安全な車速を計画する最適車速演算手段と、計画した車速と実車両速度を比較する比較手段と、この比較結果に基づき計画車速を達成するエンジントルクを演算する手段と、無段変速機と、前記演算されたエンジントルクに基づき前記無段変速機の変速比を制御する手段とを有することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項3】道路地図情報を記憶したデジタル地図と、地図上における自車位置を検出するナビゲーション装置と、車両の速度を検出する車輪速センサと、今後車両が走行する経路を推定する走行経路推定手段と、少なくとも操舵角センサと加速度センサの出力信号に基づき運転者の運転技量を判定する運転技量判定手段と、運転者の技量に合わせて前記推定経路内での安全な車速を計画する最適車速演算手段と、計画した車速と車両速度を比較する比較手段と、この比較結果に基づき計画車速を達成するエンジントルクを演算する手段と、無段変速機と、前記演算されたエンジントルクに基づき前記無段変速機の変速比を制御する手段と、変速比の制御にあたり、減速が必要な場合、その減速度合を所定の変化量に制限する減速度制御手段とを有することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項4】道路地図情報を記憶したデジタル地図と、地図上における自車位置を検出するナビゲーション装置と、車両の速度を検出する車輪速センサと、今後車両が走行する経路を推定する走行経路推定手段と、少なくとも操舵角センサと加速度センサの出力信号に基づき運転者の運転技量を判定する運転技量判定手段と、運転者の技量に合わせて前記推定経路内での安全な車速を計画する最適車速演算手段と、計画した車速と実車両速度を比較する比較手段と、この比較結果に基づき計画車速を達成するエンジントルクを演算する手段と、電子スロットルと、前記演算されたエンジントルクを実現するス

ロットル開度になるよう電子スロットルを制御する手段とを有する車両の安全走行制御装置。

【請求項5】道路地図情報を記憶したデジタル地図と、地図上における自車位置を検出するナビゲーション装置と、車両の速度を検出する車輪速センサと、今後車両が走行する経路を推定する走行経路推定手段と、操舵角センサと加速度センサの出力信号に基づき運転者の運転技量を判定する運転技量判定手段と、運転者の技量に合わせて前記推定経路内での安全な車速を計画する最適車速演算手段と、計画した車速と実車両速度を比較する比較手段と、この比較結果に基づき最適車速を達成する車両加速度を演算する手段と、無段変速機と、前記演算された車両加速度に基づいて前記無段変速機の変速比を制御する手段とを有することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項6】道路地図情報を記憶したデジタル地図と、地図上における自車位置を検出する自車位置検出装置と、車両の速度を検出する車輪速センサと、点火時期を制御する手段と、今後車両が走行する経路を推定する走行経路推定手段と、推定された経路から安全な車速を計画する予想車速演算手段と、計画した車速と車両速度を比較する比較手段と、この比較結果に基づき前記計画車速を達成する車両加速度を演算する手段と、無段変速機と、前記演算された車両加速度に基づき無段変速機の変速比を制御する手段と、運転者の技量を判定する手段と、運転者の技量と推定経路情報とから安全車速を演算する手段と、該演算結果に基づいて前記点火時期を変化させて車速を安全な速度に変化させることを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項7】車両が将来とるであろう走行経路を算出し、ドライバ技量に応じてこの推定経路上の将来通過する地点での各安全車両速度を演算し、メモリに記憶し、現在の位置における速度と次の通過地点での計画車速との差を算出し、加減速する必要がある場合エンジントルク制御手段により安全車速に一致するように目標エンジントルクを設定し、制御すると共に、この操作を安全車速と実車速が一致するまで行うことを特徴とする車両の安全走行制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動車の走行制御、特に安全走行制御の制御装置及び制御方式に関する。記載しているデジタル地図、及び外部インフラストラクチャからの安全走行情報と、車載センサによるドライバ技量判定値とから演算される計画車速を基準として、ドライバの技量に適した速度で車両を運転できる様に支援する車両の安全走行制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、ナビゲーション装置の持つ地図情報から道路の形状(例えばカーブ路)を取り出し、その

カーブ路の道路特性に応じた車両進入速度情報を読み出し又は加工して入手し、運転者に速度低下の告知又は車速低減手段の作動をもってカーブ路に進入する前に車速を低減し安全な走行を実現するシステムが従来から知られている（例えば特開平4-236699号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述のように車速をコントロールするシステムは、道路形態に対応して安全車速を演算し、その車速を実現するためにスロットルやブレーキを操作する。危険な状況を回避する手段は、前述のように車速を遅くして対応するケートと、高度なステアリング操作（例えば車両の旋回方向と逆方向にステアリングを操舵する；カウンターステア）や加速を行い回避するケースが考えられる。一律に速度を低下させ安全な走行を保障できるケースばかりではなく、必要に応じて加速や急激なステアリング操作をもって危険回避するケース（運転者の意図）に対応するシステムである必要がある。このような危険回避の操作を行う場合には運転者の運転技量に応じて加減速操作の要否や程度、ステアリングの要否や程度を設定する必要がある。本発明の目的は、安全走行実現の為に、経路情報だけでなく運転者の運転技量に応じた運転操作を可能にする点にある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的は、地図情報と運転者の技量判定結果とから、安全走行のための走行制御信号を求めることによって実現される。より具体的には例えば、道路地図情報を記憶する手段（地図情報）と、地図情報での自車位置を推定する自車位置検知手段と、運転者の運転技量を計測・判定するためのドライバ技量計測手段とその入力となるセンサ群、運転者の技量により制御内容を切り換える制御内容切り換え手段と、将来安全に走行できる車速を算出する最適車速計画手段と、実車速を測定する車速検出手段と、最適車速を達成するためのエンジントルクを算出する目標エンジントルク演算手段と、エンジントルクを制御する制御手段を備え、自動車のエンジン始動時から停止までの間に、運転技量に応じて安全に走行するための制御内容し、エンジントルクを制御し、安全に走行できる車速で常に走行することにより問題点を解決する。

【0005】ここで、地図情報としては、CDに記憶された情報、路上のインフラからの情報、中央局からの電波によって送られる情報、衛星通信による情報、車と車との間の通信による情報、運転者自らが入力した情報すべてを含みまた、単に限定された地図情報をさすものではなく経路決定の為に用いられるあらゆる情報を含む。

【0006】更に、走行制御信号とは、単にブレーキ信号、オート・トランスミッションの減速比信号に限らず、ステアリング信号、燃料噴射信号、点火時期信号、スロットル開度信号等、車両の走行制御、安全走行に必

要なあらゆる信号をさす。

【0007】本発明を要約すると「走行経路推定手段により将来とるであろう走行経路を算出し、ドライバ技量計測手段の判定結果により、最適車速演算手段で将来とるであろう推定経路上の将来通過する地点での各々の技量に応じた車両速度を演算し、メモリに記憶しておく。現在の位置における速度と次の通過地点での計画車速との差を車速比較手段で算出し、加減速する必要がある場合はエンジントルク制御手段により最適車速に一致するように目標エンジントルクを設定し、制御する。この操作を最適車速と実車速が一致するまで行う。」ことである。

【0008】

【作用】このように構成した本発明によれば、単に地図情報からだけでなく、運転者の技量に応じた安全車速によって車両を走行制御できるので、安全走行が可能になる。

【0009】

【実施例】図1に本発明の第1の実施例のブロック図を示す。まず初めに安全車速を得るためには、運転者が今後通るであろう道のりを、推定する必要がある。地図情報101の情報と、自車位置検知手段102からの自車位置情報を用い、走行経路推定手段104において、運転者が将来進む経路を推定し、その経路における安全に通過する為に必要な道路の形状（運転幅、勾配、曲率半径）を演算し、メモリに記憶しておく。

【0010】一方、運転者の技量を判断するために、ドライバ技量計測手段115においては、ステアリング角度を検知するために操舵角検出手段112と車両の左右方向の加速度を計測する加速度検出手段113と、タイヤと路面との滑りを検出するスリップ率検出手段114を入力として、ドライバの技量を初級、中級、上級の3段階に評価する。

【0011】制御内容切替手段107においては、ドライバの技量に応じて最適車速の演算手順を切替えを行う。ドライバ技量は3段階に評価されるので、それぞれの段階ごとに、上級者向最適車速演算手段108、中級者向最適車速演算手段109、初級者向最適車速演算手段110の中の一つの処理を行う。それぞれの手段において車速検出手段103と走行経路推定手段104の情報から、現在の速度で推定経路を走行した場合に危険な地点の有無を検索し、危険な地点が存在する場合には、その地点を安全に走行できる速度を算出し、さらにその速度を達成するための各地点の目標車速を設定した車速計画を作成し、メモリに記憶する。その結果は車速比較手段106において制御が必要か否か判定される。制御が必要である場合には目標駆動軸トルク演算手段105において目標車速を目標駆動軸トルクに変換するための演算を行う。エンジントルク制御手段111によりエンジントルクを制御し、目標の車速を得る。

【0012】図2にシステム構成の例を示す。ロケータ

装置201は自車の地図上の位置をGPS202、角速度センサ203、地磁気センサ204、車輪速センサ205、FM多重放送受信器206、ビーコン受信器207、及び地図208からの情報により決定する。安全走行コントローラ209は1/Oインターフェイス210、CPU211、メモリ212で構成される。ロケータ装置210からの位置情報と、操舵角センサ223のステアリング情報と、加速度センサ224からの車両運動情報と、クランク角センサ222からの点火時期情報に演算を施し、安全に走行するための目標車速や目標エンジントルクを算出する。安全走行コントローラ209での処理結果を基にスピーカ214、ディスプレイ215を駆動し、ドライバに警告を促す。また、変速機コントローラ216、点火時期コントローラ217、スロットルコントローラ218、燃料噴射コントローラ224、バルブタイミングコントローラ223に安全走行コントローラ209の処理結果を入力し、その処理結果を基にそれぞれの制御を行う。

【0013】図3にデジタル地図情報の例を示す。デジタル地図は道路地図をメッシュ状に分割し、分割したメッシュ単位でノードとリンク、及びそれぞれの属性（例えばノードに接続しているリンク、緯度、経度や、リンクの道路番号、幅員など）の組み合わせで道路情報を記憶している。走行経路推定手段104に於いて、デジタル地図の情報をを用いて、車両が将来走行する経路を推定する。経路推定アルゴリズムは図4のとおり行われる。この経路推定アルゴリズムは、車両がノードを通過した時点で処理が開始される。ステップ301において自車位置検知手段102から、今現在、車両が通過したノード番号N1を取り込む。次にステップ302において、メモリから最後に通過したノード番号N0（通過したノードで最も新しいノード）を取り込む。ステップ303ではノードN1が持つ属性情報から接続する複数個のリンクを検索し、そのリンクの持つ属性情報をリストアップする。ステップ304ではリストアップしたリンクの持つ属性より接続先のノード番号を取り出す。そして、接続先のノードがN0であるリンクは、走行してきたリンクと見なし、リストの中から取り除く。こうして得られた複数個のリンクのリストは将来の経路候補である。ステップ305ではリストアップされたリンクの数により処理が異なるため分岐する。リンク数が1つしかない場合には、車両が今後とる経路は自動的に決定されるので、推定処理を行う必要がない。一方、リンク数が複数個ある場合には、その中から、将来走行する最も可能性の高いリンクを推定する必要がある、それはステップ306の処理で行われる。ステップ306で推定を行うのに必要な情報は、リンクの持つ道路に関する属性（道路種別、路線番号、幅員）に含まれている。推定方法の第1例として道路の重要度に着目する。道路種別を第1キー属性とし、優先順位は次の通り定義する。

【0014】高速自動車国道>自動車専用道>一般国道>主要地方道>一般都道府県道>一般市町村道>その他ここで優先順位は交通量の多い道路の順につけたものであり、一般的な移動順序である支線から幹線、そして支線を通り目的地に達する順路を考慮したものである。この推定方法では、複数個のリンクの中で、個々のもつ道路種別の属性が数1の最も左側に位置するリンクを優先して、今後取るであろう経路と推定する。第2キー属性として路線番号を用い、番号の若いものを優先する。第3キー属性として前リンクと交差する角度 θ を用い、 θ の小さいものを優先する。これは、交差点においてなるべく直進するものとしている。第4キー属性として道路幅員を用い、幅の広いものを優先する。この第1キー属性の優先度を最も高くし、第4キー属性の優先度を最も低くして、取捨選択を行い経路推定を行う。

【0015】推定方法の第2例として、道路の実際の大きさに着目する。第1キー属性として前リンクと交差する角度 θ 、第2キー属性として道路幅員、第3キー属性として道路種別、第4キー属性として路線番号を用い、そして取捨選択を行い、経路推定を行う。

【0016】これらの経路推定アルゴリズムを用いて、ノードに接続する複数個のリンクの中から経路として用いる可能性の高い1つのリンク L_m を選び出す。そしてステップ307に於いて、ノード N_i とリンク L_m をメモリに格納する。さらにステップ308において、更に先の経路推定を行うために現在位置している通りであろうノード番号に替えて、リンク L_m の接続先のノード番号を N_i として書き換える。そしてステップ303に戻りステップ309までの処理を任意数組、例えば128組先まで繰り返すことで、現在位置からノード数128個先まで車両が通るであろう経路を推定し、その結果はメモリに記憶する。

【0017】図5は任意のノード N_i での道路の曲率半径を求める為に用いる情報の図解である。図5に記載されている情報、すなわちノード N_i の座標と、リンク L_{i-1} および L_i のそれぞれのリンク長 h_{i-1} 、 h_i 、そしてリンク先のノード N_{i-1} 、 N_{i+1} の座標から、ノード N_{i-1} 、 N_i 、 N_{i+1} を結ぶ曲線道路の曲率半径 r_i を算出する。

【0018】図6は安全車速計画手段102において、図4に記載されている情報から道路の曲率半径を求めるアルゴリズムである。ステップ401ではカウンタの初期化を行う。ステップ402においては前述の経路推定アルゴリズムでメモリに格納したノード、リンク情報の中から、リンク L_{i-1} 、 L_i の属性情報であるノード N_i の座標、それぞれのリンクの長さ h_{i-1} 、 h_i を読み込む。

【0019】ステップ403ではリンク L_{i-1} の地図座標上の傾き a_{i-1} を求める。算出式は数1の通りである。

【0020】

* * 【数1】

$$a_{i-1} = \frac{x_{i-1} - x_i}{y_{i-1} - y_i}$$

… (数1)

【0021】同様にリンク L_i の地図座標上の傾き ※【0022】 a_i を求める。算出式は数2の通りである。 ※【数2】

$$a_i = \frac{x_i - x_{i+1}}{y_i - y_{i+1}}$$

… (数2)

【0023】さらに、ステップ405においてリンク L_i ★【0024】と L_{i+1} がノード N_i で交差する角度 θ_i の大きさを 【数3】

算出する。算出式は数3の通りである。 ★10

$$\theta_i = \text{Arctan}(a_i) - \text{Arctan}(a_{i-1})$$

… (数3)

ステップ406においては、ノード $N_{i-1} \sim N_i \sim N_{i+1}$ ☆【0025】 $i-1$ の3点間の道路の曲率半径の近似値 r_i を算出す 【数4】

る。算出式は数4の通りである。 ☆

$$r_i = \frac{h_{i-1} + h_i}{\theta_i}$$

… (数4)

【0026】ここで得られた r_i をノード N_i の新たな属性情報としてメモリに追加記憶させる。これら一連の演算を経路推定アルゴリズムで得られたノード全てに施す。この処理を施すことにより、経路として用いるであろう道路の曲率半径をそれぞれのノードの属性として持つことができる。

【0027】次に、運転者の技量判定を行う実施例について述べる。本実施例では運転技量を判定する為に、運転者のステアリング操作に着目する。図7はドライバ技量検出手段のフローチャートである。ステップ701において経路形状(長さ、曲率半径、幅員等)の情報をメモリから読み出す。ステップ702においてタイヤと路◆

$$\Delta\phi = \phi_{..} - \phi$$

この操舵角偏差 $\Delta\phi$ が小さい場合には適切な運転行動をとっているものとし、 $\Delta\phi$ が大きい場合には外乱が大きい不適切な運転行動を行っている。

【0029】一方、後半では操舵遅れを検出する。操舵遅れは突発現象に対する運転者の反応時間 Δt を計測 *

$$\Delta\alpha(t) = \alpha(t - \tau) - \alpha(t)$$

ここで τ は横加速度 α を取り込む周期で、横ジャーク $\Delta\alpha$ は数6式は前回の横加速度の値 $\alpha(t - \tau)$ かと現在の横加速度 α との差分である。ステップ708においては、あらかじめ設定した閾値 $\Delta\alpha T$ と比較し、閾値を越えた場合には操舵遅れの検知を開始する。越えない場合は処理を終了する。検知を開始した場合にはステップ7 ※

$$\Delta\phi(t) = \phi(t - \tau) - \phi(t)$$

ステップ12においては、数7式で算出された $\Delta\phi$ が閾値 $\Delta\phi T$ を越えた場合には次のステップ713へ、越えない場合にはステップ710の処理へ戻る。ステップ713ではタイムの値を反応時間 Δt として読み込む。そしてステップ714では操舵偏差の平均値 $\Delta\phi^*$ を、ステップ715では反応時間の平均値 Δt^* を算出する。そしてステップ716において、ステアリングの最適操

◆面のスリップ率 μ を、ステップ703では操舵角 ϕ を、ステップ704においては横方向の加速度 α をそれぞれのセンサから読み込む。ステップ705においては最適操舵角 $\phi_{..}(t)$ を先に読み込んだ経路形状とタイヤのスリップ率 μ から算出する。ステップ706においては、最適操舵角と実操舵角との差である操舵角偏差 $\Delta\phi$ を算出する。運転者は周りの環境に応じてステアリングを回し、その操作量はステアリング角度センサで検出され、実操舵角 ϕ として偏差算出手段に入力される。ステップ706においては次の数5式の演算を行う。

【0028】

【数5】

… (数5)

*し、その Δt を運転技量の指標に使うものである。ステップ707においては横加速度 α から横ジャーク $\Delta\alpha(t)$ を数6式で算出する。

【0030】

【数6】

… (数6)

※09において計測用のタイマを起動する。ステップ710ではステップ709で起動したタイマがオーバーフローした場合に処理を終了する。ステップ711では操舵角の変化率を数7式で算出する。

【0031】

【数7】

… (数7)

舵角 $\phi_{..}$ と実操舵角 ϕ との偏差の平均値 $\Delta\phi^*$ と、横加速度変化分(横ジャーク) $\Delta\alpha$ と、操舵角変化分 $\Delta\phi$ との時間差の平均値 Δt^* を入力とし、出力に上級又は中級もしくは初心の3段階に運転者を評価する。図8に時間 t に対する横加速度 α 、横ジャーク $\Delta\alpha$ 、操舵角 ϕ 、操舵角変化分 $\Delta\phi$ の一例を示す。この例は、車両がカーブの途中でグリップを失い、その後の運転者のコントロ

ールでグリップを回復する例である。横ジャークに閾値 $\pm \Delta \alpha T$ を設けておく。また、操舵角変化分にも閾値 $\Delta \phi T$ を設けておく。カーブに進入し、 t_1 で運転者がステアリングを回し始め、車両が回頭し、それに伴い横加速度 α が増加していく。適切な操舵になった後はカーブが終了するまでその操舵角を保持する。ところが t_1 に於いて、タイヤのグリップが急激に低下し（スリップ率*

$$\Delta \alpha(t) > \Delta \alpha T$$

車両が横方向に流れ出したのを修正しようと、運転者は車両の旋回方向と逆方向にステアリングホイールを操舵する（カウンタを当てる）。したがって操舵角変化分*

$$\Delta \phi(t) > \Delta \phi T$$

数9の関係を満たしたとき、運転者がカウンタを当てたと判断し、反応時間 Δt の計測を終了する。この反応時間 Δt が早い場合は運転操作が的確であり、上級の技量とし、反応時間が長い場合は運転操作が未熟があり、初心の技量とする。図9は前述の操舵角偏差 $\Delta \phi^*$ と反応時間 Δt^* を用いた総合技量判定のためのマップである。図9のように操舵角偏差 $\Delta \phi^*$ と反応時間 Δt^* が共に短い場合には上級の技量を持ち、操舵角偏差 $\Delta \phi^*$ が大きい反応時間 Δt^* が長い場合には初心の技量と判定する。中間に位置するケースは中級の技量と判定する。

【0034】次に、図10に車速計画アルゴリズムを示す。ここでは、現在の車速で走行し続けた場合に、将来の経路に於いて、前述の道路の曲率半径算出アルゴリズムで得られた各ノードでの曲率半径 r_i の道路を安全に通過できるかどうかを判断し、もし通過が困難であるノ★

$$r_s \geq \frac{V_0^2}{k}$$

【0036】ここで k は車両の旋回能力によって決まる定数で、車両の重量、サスペンションの構造、タイヤと路面の摩擦係数などで決定される。ステップ803ではノード番号を示すカウンタの初期化を行う。ステップ804においては、各ノードでの道路の曲率半径 r_i と、車速 V_i で安全に通過できる道路の曲率半径 r_s とを比較し、 $r_i \geq r_s$ である場合には通過できるものとする。☆

$$V_i = k \cdot \sqrt{r_i}$$

【0038】次にステップ807において、現在位置しているノード N_i から N_j までの道のり H_i を数12式で算出する。

$$H_j = \sum_{i=1}^{j-1} h_i$$

【0040】この道のり H_i を走行している間に車両速度 V_i を V_j まで低下させる必要がある。ステップ808では、運転技量判定の結果に基づき減速度の加え方を変化させる。上級の運転技量の判定を受けた場合には減速度を加えず、減速は行わない。中級の技量判定を受け

* μ が小さくなる）、車両が横方向に流れ出す。その時の横加速度 $\alpha(t_1)$ はゼロとなる。したがって横ジャーク $\Delta \alpha(t_1)$ は急激に大きな値を出力する。事前に設定した閾値 $\Delta \alpha T$ を越えた場合、すなわち数8式の関係を満たすときに反応時間 Δt の計測を開始する。

【0032】

【数8】

…（数8）

※も大きく変化する。

10 【0033】

【数9】

…（数9）

★ード N_i が存在する場合（例えば、現在の車速で通過すると曲路を曲がれず脱レーンする）には、安全に通過するための速度 V_i を算出し、現在位置のノード N_i から N_j に至る間に車速を V_i にするための車速計画を行う。車速計画は前述の運転技量判定の結果を考慮して計画される。ノード N_i で車速 V_i を達成するために、ノード N_i から各ノードにおける目標車速 V_{i+1} を設定し、各ノードにおいて車速 V_i が V_{i+1} になるように、エンジントルク、変速機またはブレーキを制御する。目標車速 V_{i+1} は次の手順で計画される。ステップ801では現在の車速 V_i を車速検知手段で計測し、 V_i を読み込む。ステップ802において、ステップ801で得られた現在の車速 V_i で安全に通過できる道路の曲率半径 r_i を数10式で算出する。

【0035】

【数10】

…（数10）

☆一方、 $r_i < r_s$ である場合には減速を行う必要があると判定する。ある任意のノード N_i において $r_i < r_s$ となる場合には、ステップ805に処理が移行する。ノード N_i における曲率半径 r_i を読み込み、安全にノード N_i を通過できる速度 V_i を数11式で算出する。

【0037】

【数11】

…（数11）

40◆【0039】

【数12】

…（数12）

ている場合には、道のり H_i の間に等しく減速度をかけることで車両を減速する。車両速度を V_i にするのに必要な減速度（加速度 g ）は数13式で算出する。

【0041】

【数13】

$$g = \frac{11}{H_j} (V_0^2 - V_j^2)$$

12

… (数13)

〔0042〕この加速度 g が人間の感じる加速度 g_1 より大きいケースでは、加速度 g_1 を最大値として、人間に違和感を感じさせないように減速する。

* 速度 g を用い、ステップ809では各ノードでの目標速度 V_{i1} を数14式、数15式を用い算出する。

〔0044〕

〔0043〕ここで得られたそれぞれの技量に応じた加*

〔数14〕

$$t_i = \frac{V_{i1-i} - \sqrt{V_{i1-i}^2 - 2 \cdot g \cdot h_{i-1}}}{g}$$

… (数14)

〔0045〕

※ ※〔数15〕

$$V_{i1} = V_{i1-i} + g \cdot t_i$$

… (数15)

数14式は、ノード N_{i-1} と N_i とを結ぶリンク L_{i-1} を走行するのに要する時間 t_i を算出するものである。数14式の中で用いられる速度 V_{i1-i} は、ノード N_i からの再帰演算で得られたものであり、減速が計画通り行われた場合の推定値である。数15式は、数14式で得られた t_i を用いて、ノード N_i に於ける目標速度 V_{i1} を算出する。ステップ810及び811では、すでにメモリに格納してある目標速度 V_{i1}^* （前に計画された車速）と比較し、 $V_{i1}^* \geq V_{i1}$ である場合には、ノード N_i に於ける目標速度として V_{i1}^* を消去し、新たに V_{i1} をメモリに格納する。 V_{i1}^* は、ステップ805からステップ810までの処理が初めての場合には情報が入っていない（NULL）である。2回目以降には前回の目標速度が記憶されている。前回と比べ、今回の目標速度 V_{i1} が大きいケース（ $V_{i1}^* < V_{i1}$ ）では、問題となっているノードにおける道路の曲率半径よりも小さな曲率半径の道路が手前であることを示しているため、小さな曲率半径を持つノードに即した目標速度 V_{i1}^* を優先する。逆に前回と比べ、今回の目標速度が小さいケース

★（ $V_{i1}^* \geq V_{i1}$ ）では、さらに小さな曲率半径を持つノードが存在し、なおかつ早期に減速を行う必要があることを示しているため、新しい目標速度 V_{i1} を優先する。これらステップ805からステップ811までの一連の処理は、ノード N_0 から N_i まで繰り返す。さらにステップ804からステップ813までの一連の処理を、記憶している情報全て、この例の場合にはノード N_{i-1} まで演算する。

〔0046〕これまでに得られた情報は、安全走行情報として、図11の通りメモリに記憶される。

〔0047〕次に、減速するのに必要な駆動軸トルク（減速トルク）を求める。現在の車速 v_1 から、図10の車速計画アルゴリズムで得られた将来の車速 v_2 に変化させるものとする。初速 v_1 に於いて、車両の持つ運動エネルギー T_1 は数16で、また車速 v_2 における車両の持つ運動エネルギー T_2 は数17でそれぞれ表わされる。

30 〔0048〕

★ 〔数16〕

$$T_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} I_r \omega_1^2$$

$$= \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} I_r \left(\frac{v_1}{r} \right)^2$$

… (数16)

〔0049〕

☆ ☆〔数17〕

$$T_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} I_r \omega_2^2$$

$$= \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} I_r \left(\frac{v_2}{r} \right)^2$$

… (数17)

〔0050〕ここで、 v_1 ：現在の車両速度、 v_2 ：将来の目標速度、 m ：車両質量、 I_r ：車輪の慣性モーメント、 r ：車輪半径である。初速から目標速度に至るまでに失う運動エネルギー（ $T_1 - T_2$ ）は外部からの仕

事 U_{1-2} （数18）に等しい。

〔0051〕

〔数18〕

$$U_{1 \rightarrow 2} = T_1 - T_2$$

14

$$= \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} I_r \left(\frac{v_1}{r} \right)^2 - \frac{1}{2} I_r \left(\frac{v_2}{r} \right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \left(m + \frac{I_r}{r^2} \right) (v_1^2 - v_2^2) \quad \dots \text{(数18)}$$

【0052】現地点での現車速 v_1 から目標速度 v_2 を必要とする地点までの距離を L [m] とすると、この距離 L [m] の間を走行中に、数19式で与えられる減速力*

$$F_{r,q} = -\frac{U_{1 \rightarrow 2}}{L} = -\frac{1}{2} \frac{1}{L} \left(m + \frac{I_r}{r^2} \right) (v_1^2 - v_2^2) \quad \dots \text{(数19)}$$

【0054】これを数20式で必要な駆動軸トルク F_d に換算する。

※ 【0055】

$$F_d = F_{r,q} + (\mu_r m g + \mu_r A v_1^2 + m g \sin \theta) \quad \dots \text{(数20)}$$

ここで、 μ_r は転がり抵抗係数、 g は重力加速度、 μ_1 は空気抵抗係数、 ψ は道路の勾配である。ここで、駆動軸トルク F_d が、 $0 \leq F_d$ である場合 ($F_{r,q}$ が走行抵抗より小さい場合) には次の3つの手段(1)点火時期を制御、(2)空燃比(燃料噴射量)を制御、(3)スロットル開度を制御によりエンジントルクを制御する。現在のエンジントルクは、エンジンコントローラで演算される。一般的にはエンジン回転数、アクセル開度、燃料噴射量から、前もって実験を行い得られたトルクマップを参照することでリアルタイムにエンジントルクを推定することができる。現在のアクセル開度とエンジン回転数から、現在のエンジントルク $T_{e,1}$ を得る。

【0056】図12はエンジントルクの推定方法の機能ブロック図である。基本的にエンジントルクは気筒内への燃料噴射量に依存する。基本燃料噴射量は気筒内への流入空気量とエンジン回転数をパラメータとして基本燃

★料噴射量マップ1201から読み出される。この基本燃料噴射量に補正が加わって燃料噴射量が決定される。補正量は、スロットル開度1205、水温1206、アイドルスイッチ1207の有無、バッテリー電圧1208、クランク角センサ1209、O₂センサ1210のそれぞれの値とエンジン回転数をパラメータとして補正量が補正マップ1204に記憶されており、基本燃料噴射量に加算または乗算される。こうして得られた燃料噴射量からトルク推定手段1211においてエンジントルクを算出し、現在のエンジントルクとして今後の演算に用いる。

【0057】

【0058】

【数21】

$$T_{e,d} = \frac{F_d}{r} = \frac{1}{2} \frac{1}{L \cdot r} \left(m + \frac{I_r}{r^2} \right) (v_1^2 - v_2^2) \quad \dots \text{(数21)}$$

【0059】

☆☆ 【数22】

$$T_{e,b} = T_{e,1} - T_{e,d} = T_{e,1} - \frac{T_{e,d}}{i_1} \quad \dots \text{(数22)}$$

【0060】ここで $T_{e,1}$ は推定された現在のエンジントルクである。数22式で得られた目標エンジントルク $T_{e,b}$ を達成するために、3つの制御手段の中から適当なものをを選択する。選択の基準は必要な応答時間をパラメータとして用いる。図13は制御手段の選択を行うアルゴリズムである。(1)急速な応答時間が必要なケース(急に減速したい場合)は点火時期を最適な点火進角よりも遅くしてエンジントルクを低減する。低減したいエンジントルクが大きい場合には、特定の気筒の燃料カットと未点火によりエンジントルクを低減する。(3)緩慢な応答時間で十分なケース(ゆっくり減速したいケース)ではスロットル開度を制御する。(1)と(3)の間の中庸な(2)のケースでは空燃比を制御する。空燃比を大きくすることでエンジントルクを低減する。この

際、同時に点火時期も最適な値に制御される。

【0061】はじめに、目標のエンジントルクが与えられた場合に点火時期を変化させてエンジントルクを制御する方法を説明する。図13は点火時期を制御する機能ブロック図である。現在のエンジントルク $T_{e,1}$ と目標のエンジントルク $T_{e,b}$ から点火時期の変更量をトルクマップ読み込み、最適な点火進角 ϵ_{opt} としてエンジンコントローラ1302に入力される。エンジンコントローラでは ϵ_{opt} としてエンジンコントローラに入力される。エンジンコントローラでは最適な点火進角 ϵ_{opt} を基に各気筒に点火信号を出力する。これにより、点火時期を変更した時点からエンジントルクは目標エンジントルク $T_{e,b}$ にすぐさま切り替わる。エンジントルクが変化することでエンジン回転数 N_e が変化し、次の点火進角 ϵ が決定す

る。これを目標車速が達成されるまで制御を続ける。

【0062】次に、前述の目標エンジントルク T_{e0} が与えられた場合に、スロットル開度 θ を変化させてエンジントルクを制御する方法を説明する。図14はスロットル制御の機能ブロック図である。エンジントルクはエンジン回転数 N 、とスロットル開度をパラメータとしてエンジントルクマップ1401から読み出される。目標のエンジントルク T_{e0} が設定されると、現在のエンジン回転数から必要なスロットル開度 θ_{e0} が得られ、現在のスロットル開度 θ との偏差をスロットル操作量 $\Delta\theta$ としてスロットルバルブコントローラ1402に入力される。スロットル弁1405の開度が目標スロットル開度 θ_{e0} になると、流入空気量が変化し、それに伴いエンジントルクが変化し、さらにエンジン回転数が変化する。この一連の処理を目標車速に達するまで行う。

【0063】図15は無段変速機の変速比を変化させて駆動軸トルクを制御行うブロック図である。入力はスロ*

$$\omega = \frac{1}{r_f} \frac{dV_{s,p}}{dt}$$

【0065】車輪速 $V_{s,p}$ の時間変化分 $dV_{s,p}/dt$ を変速機の最終減速比 r_f で割ったものが車輪の角速度 ω である。この角速度 ω を用いて演算手段1504において勾配負荷を算出するのに必要な $\sin\theta$ を数24式で算出※

$$\sin\theta = G - \frac{\omega}{g}$$

【0067】ここで減速度 g は、第1の例として図10のステップ808で得られる数値を用いる。第2の例として、運転者に不快感を与えないよう、人間が敏感に感じる $0.05G(0.49m/s^2)$ よりも小さい値(例えば、 $0.4m/s^2$)にあらかじめ設定してもよい。もし★

$$T_o = I \cdot \omega + \sin\theta \cdot W \cdot R + T_{ro}$$

ここで、 I は慣性重量、 W は車両重量、 R はタイヤ半径、 T_{ro} は走行抵抗である。走行抵抗 T_{ro} は車輪速-走行負荷マップ(走行負荷マップ)1508から車輪速 $V_{s,p}$ における走行抵抗 T_{ro} を読み出す。変速比変化率演算☆

$$\Delta i = \frac{\Delta T_o}{T_o}$$

【0070】変速マップ1502からの出力である変速比 i から変速比変化分 Δi を差し引いた分を駆動軸トルク演算手段1507に入力する。駆動軸トルク T_d は数◆

$$T_d = i \times T_o$$

数23式から数27式で得られる各パラメータの中で、目標の変速比 $i - \Delta i$ を無段変速機コントローラに入力する。そして無段変速機の変速比は $i - \Delta i$ に設定され、次のノードにおける計画車速にむけて車両速度は減少する。

【0072】

【発明の効果】走行経路を推定し、現在の速度で走行を続けた場合に危険な地点がある場合に、その地点に到達

＊ットル開度 θ 、エンジン回転数 N 、車輪速 $V_{s,p}$ 、加速度センサ出力 G である。エンジントルク-エンジン回転数の、スロットル開度 θ をパラメータとしたマップ(マップ)1501において、エンジン回転数 N とスロットル開度 θ からエンジントルク T_e が読み出される。また、変速機制御に用いる車輪速-エンジン回転数の、スロットル開度 θ をパラメータとしたマップ(変速マップ)1502から、変速比 i が算出される。今、目標速度 $V_{s,p}$ に対して、実車速が早い場合には変速比を変化させて駆動軸トルク T_d を減少させ、実車速を低下させる。変速比の変化分 Δi は車輪速 $V_{s,p}$ と勾配を検知する加速度センサの出力(加速度) G を入力として算出される。初めに角速度算出手段1503において、数23式で車輪の角速度 ω を算出する。

【0064】

【数23】

…(数23)

※する。

【0066】

【数24】

…(数24)

★てトルク差分演算手段1505に於いて、目標とするトルク変化分 ΔT_o を数25式で算出する。

【0068】

【数25】

…(数25)

☆手段1506は変速比変化分 Δi を数26式で算出する。

【0069】

【数26】

…(数26)

◆27式で算出される。

【0071】

【数27】

…(数27)

する以前にドライバの技量に適した安全な速度にすることで、車両がカーブや下り坂の道路を走行する際、運転者の認識不足や誤判断で車速が早くなって、カーブが曲がり切れず道路から飛び出したり、降り坂で車速が速くなり過ぎる事故を未然に防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例機能ブロック図。

【図2】システム構成。

【図3】地図情報の例（道路はノードとリンクの組み合わせで表現）。

【図4】走行経路推定アルゴリズム。

【図5】道路の曲率半径算出の例。

【図6】道路曲率半径算出アルゴリズム。

【図7】ドライバ技量検出手段。

【図8】操舵角おくれ検出信号例。

【図9】総合技量特性判定手段区分図。

【図10】最適車速計画アルゴリズム（安全に走行するための目標速度の算出）。

【図11】車速計画後のメモリ内容。

【図12】エンジントルク推定の機能ブロック図。

【図13】点火時期制御の機能ブロック図。

【図14】スロットル制御による機能ブロック図。

【図15】駆動軸トルク演算（目標速度にするための駆動軸トルクの算出）。

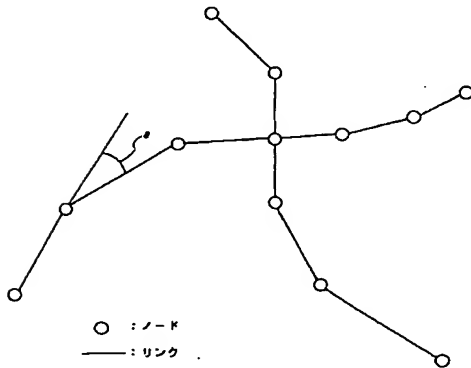
【符号の説明】

*

* N_i …ノード番号、 L_i …リンク番号、 r_i …道路の曲率半径、 θ_i …道路の角度、 h_i …リンク長、 x_i …ノードの地図上のx座標、 y_i …ノードの地図上のy座標、 a_i …リンクの傾き、 r_s …安全に通過できる道路の曲率半径、 V_0 …現在の車両速度、 k …車両の旋回性能によって決まる定数、 g …減速度、 V_s …安全に通過できるノード N_i での速度、 H_i …現在位置からノード N_i までの道のり、 t_i …リンク L_i を通過するのに要する時間、 V_{t_i} …ノード N_i での目標速度、 $V_{t_i}^*$ …すでにメモリに記憶されているノード N_i での目標速度、 θ …スロットル開度、 N_e …エンジン回転数、 V_e …車輪速、 G …加速度センサの出力、 T_e …エンジントルク、 R …タイヤ半径、 W …車両重量、 T_s …走行抵抗、 i …変速比、 Δi …変速比の変化分、 r …最終変速比、 I …慣性重量、 ω …車輪の角加速度、 T …駆動トルク。

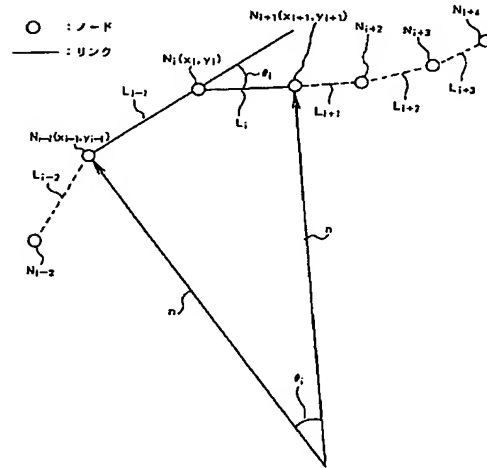
【図3】

図 3



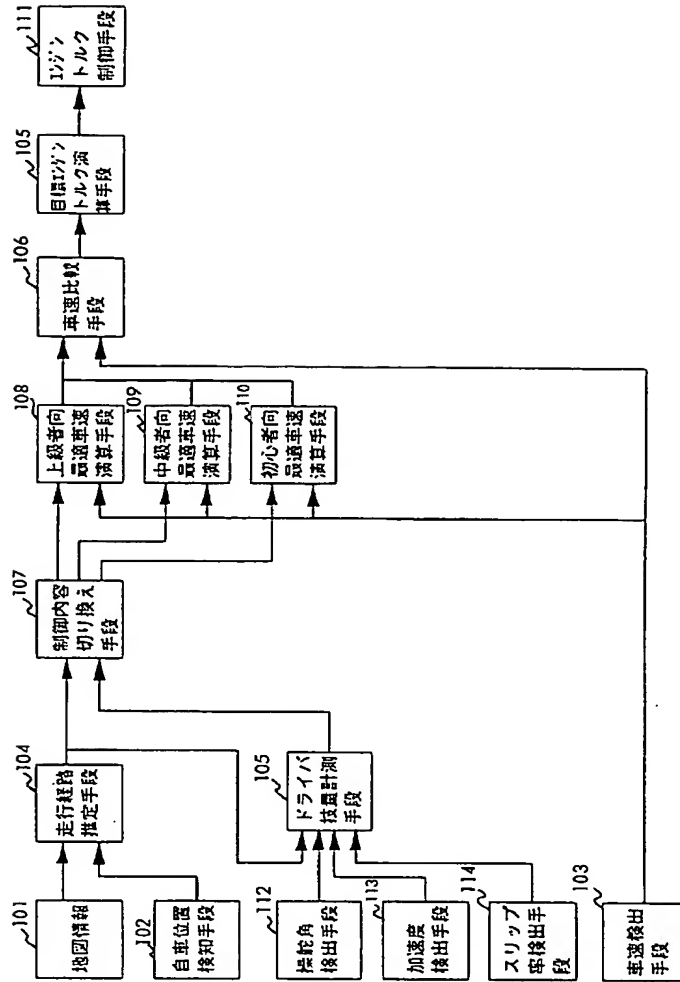
【図5】

図 5



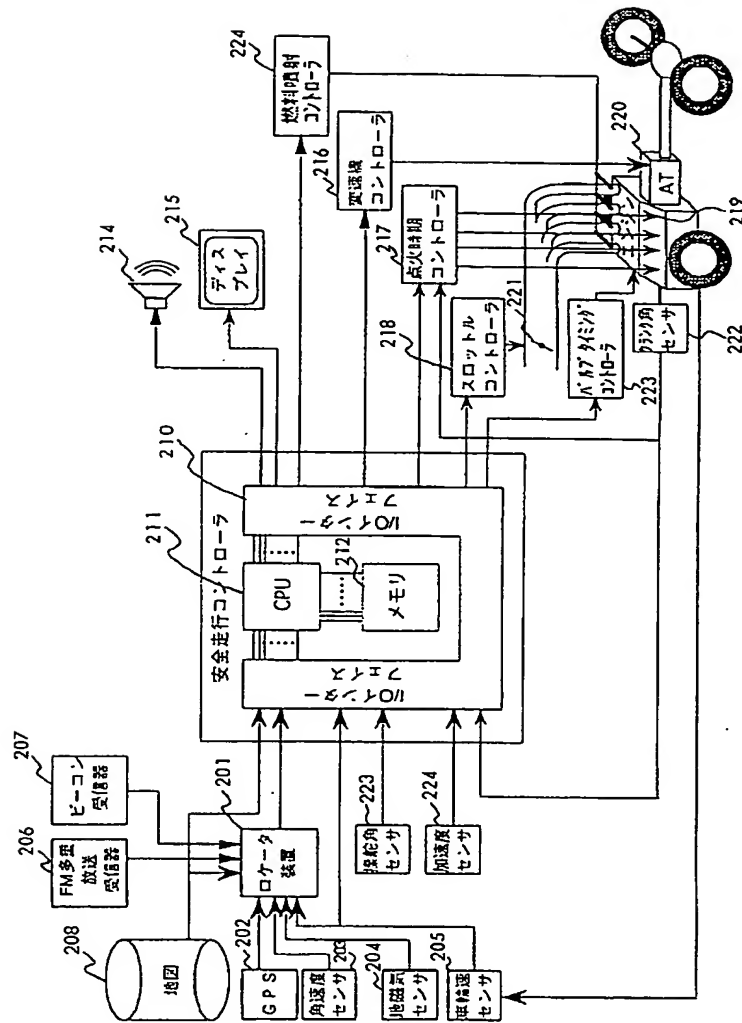
【図1】

図 1

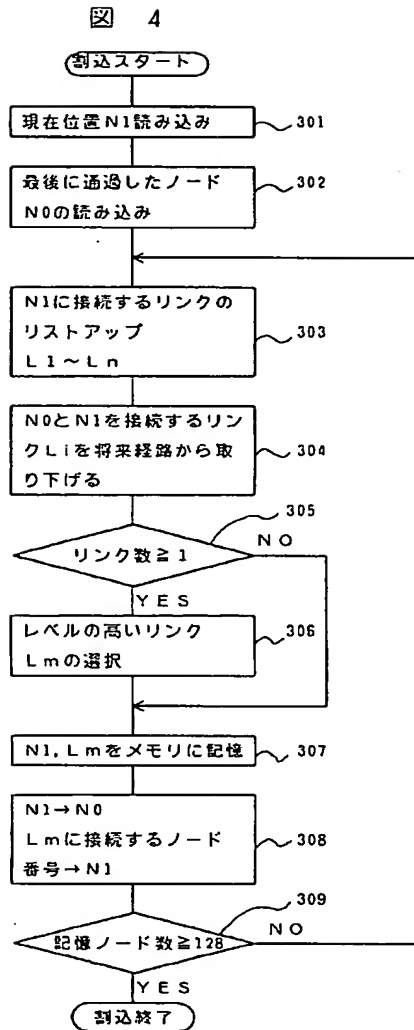


〔図2〕

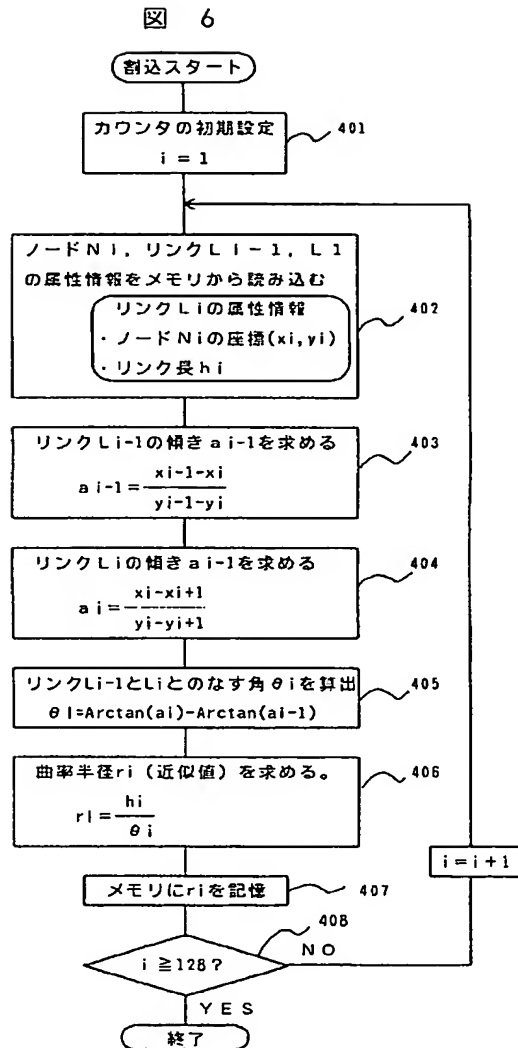
図 2



【図4】

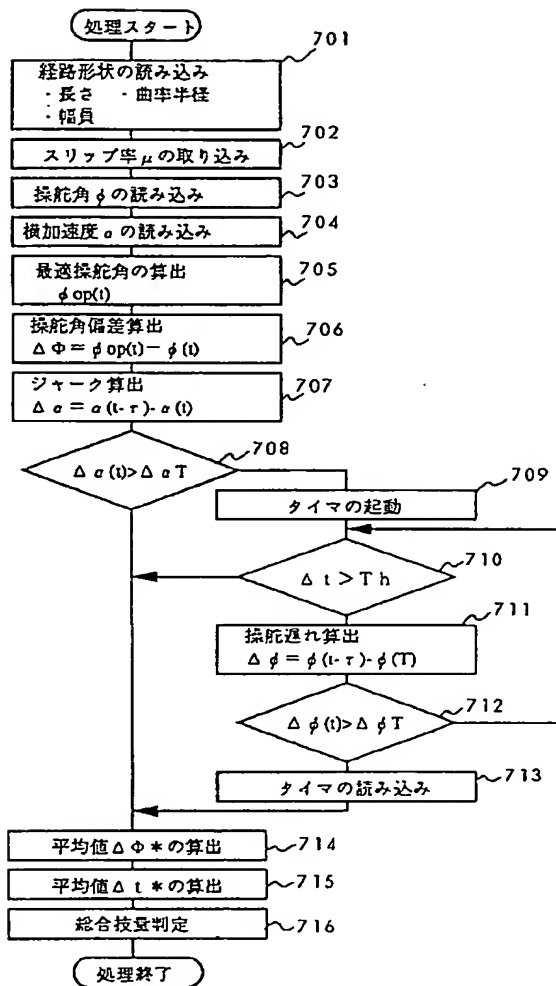


【図6】



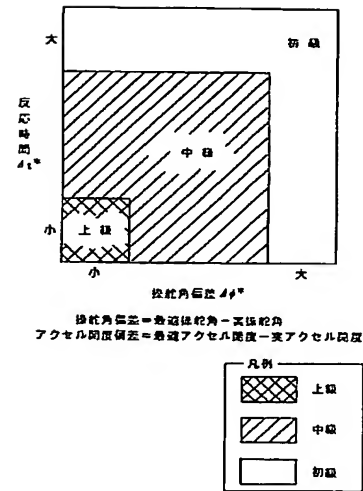
【図7】

図 7

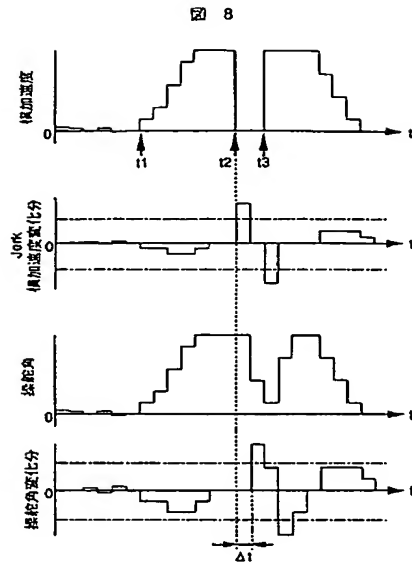


【図9】

図 9

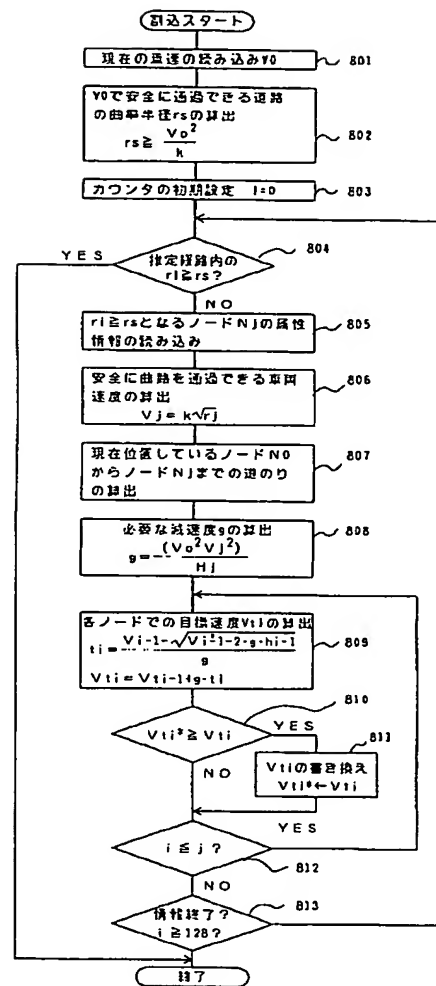


【図8】



【図10】

図 10



【図11】

図 11

ノード 番号	リンク 番号	接続座標 1	接続座標 2	リンク長	曲率半径	目標速度
1	1	(x_0, y_0)	(x_1, y_1)	h_1	r_1	V_{11}
2	2	(x_1, y_1)	(x_2, y_2)	h_2	r_2	V_{12}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	i	(x_{i-1}, y_{i-1})	(x_i, y_i)	h_i	r_i	V_{1i}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
j	j	(x_{j-1}, y_{j-1})	(x_j, y_j)	h_j	r_j	V_{1j}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
127	127	(x_{126}, y_{126})	(x_{127}, y_{127})	h_{127}	r_{127}	V_{127}
128	128	(x_{127}, y_{127})	(x_{128}, y_{128})	h_{128}	r_{128}	V_{128}

【図12】

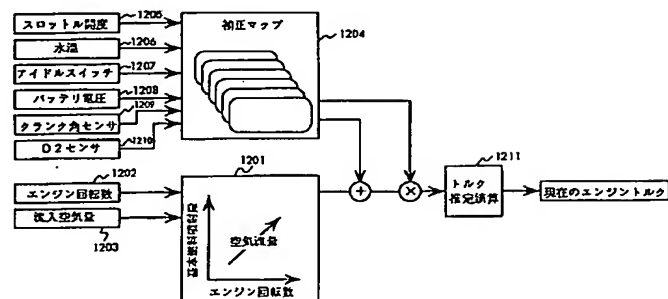


図 12

【図13】

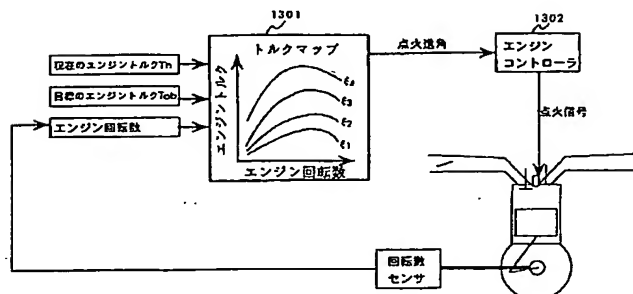
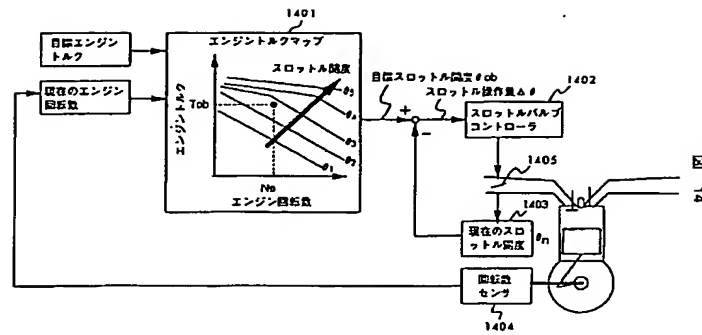
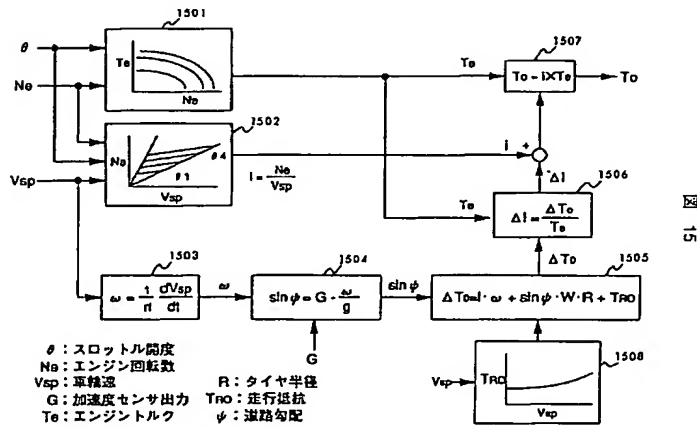


図 13

【図14】



【図15】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 3 区分
 【発行日】平成 13 年 2 月 16 日 (2001. 2. 16)

【公開番号】特開平 7 - 3 0 6 9 9 8
 【公開日】平成 7 年 11 月 21 日 (1995. 11. 21)
 【年通号数】公開特許公報 7 - 3 0 7 0
 【出願番号】特願平 6 - 1 0 0 4 2 4
 【国際特許分類第 7 版】

G08G 1/16
 B60K 41/12
 G01C 21/00
 G08G 1/09
 1/0969

【F 1】

G08G 1/16 C
 B60K 41/12
 G01C 21/00 Z
 G08G 1/09 V
 1/0969

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 3 月 21 日 (2000. 3. 21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】今後車両が走行する道路の特性を把握する手段と、車両の速度を検出する実車速検出手段と、運転者の技量を評価する手段と、運転者の技量に合わせて前記道路の特性に応じて安全な車速を設定する最適車速演算手段と、設定した最適車速と実車速を比較する車速比較手段と、該車速比較結果に基づき最適車速を達成するように少なくともエンジンまたは変速機を制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 2】請求項 1 において、変速機の制御にあたり、減速が必要な場合、その減速度合いを所定の変化量に制限する減速度制御手段とをさらに有することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 3】請求項 1 において、最適車速を達成するために電子制御スロットルを用いてエンジンを制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 4】請求項 1 において、最適車速を達成するための車両加速度を演算する手段を更に備え、前記演算された車両加速度に基づいてエンジンの点火時期、エンジンの流入空気量、エンジンへの燃料噴射量または変速比の少なくともいずれか一つを制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 5】請求項 1 において、最適車速と実車速が一致するまで少なくともエンジンまたは変速機を制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 6】請求項 1 において、道路の特性を把握する手段は、地図情報または道路に設置してあるビーコンまたは放送局からの情報の少なくとも一つを用いて把握することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 7】請求項 1 において、道路の特性を把握する手段は、任意のノードにおいて複数個のリンクがある場合に、道路種別または路線番号の少なくとも一方を用いて演算することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項 8】請求項 1 において、運転者の技量を評価する手段は、道路の特性から算出される最適操舵角と、運転者が実際に操作した実操舵角と、車両の横加速度と、車両の横加速度変化分（横ジャーク）の少なくとも一つを用いて評価することを特徴とする車両の安全走行制御装置。